



# Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività

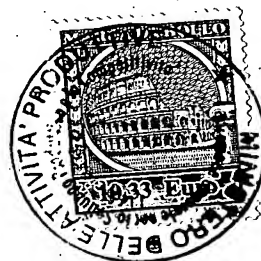
Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Ufficio G2

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:

**Invenzione Industriale**

N. TO2002 A 000950



*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali  
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati  
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

Roma, li .....

**1 - OTT. 2003**

Per IL DIRIGENTE

*Paola Giuliano*

**Dr.ssa Paola Giuliano**

## AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

MODULO A

marca  
da  
bollo

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE. DEPOSITO RISERVE. ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

## A. RICHIEDENTE (I)

C.R.F. Società Consortile per Azioni

N.G.  
ISQ

1) Denominazione Orbassano TO codice 07084560015  
Residenza \_\_\_\_\_  
2) Denominazione \_\_\_\_\_  
Residenza \_\_\_\_\_ codice \_\_\_\_\_

## B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome nome NOTARO GIANCARLO ed altri cod. fiscale \_\_\_\_\_  
denominazione studio di appartenenza BUZZI, NOTARO & ANTONIELLI d'OUX SRL  
via VIA MARIA VITTORIA n. 18 città TORINO cap 10123 (prov) TO

## C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_ città \_\_\_\_\_ cap \_\_\_\_\_ (prov) \_\_\_\_\_

## D. TITOLO

classe proposta (saz/cl/sci) \_\_\_\_\_ gruppo/sottogruppo \_\_\_\_\_

"SISTEMA DI VISIONE INTEGRATO MULTIFUNZIONALE, CON MATRICE IN TECNOLOGIA CMOS O CCD"

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA \_\_\_\_\_ N° PROTOCOLLO \_\_\_\_\_

## E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

cognome nome

1) PALLARO, Nereo 3) REPETTO, Piermario  
2) VISINTAINER, Filippo 4) BORELLO, Elena

## F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegata  
S/R

SCIoglimento RISERVE

Data

N° Protocollo

1) \_\_\_\_\_  
2) \_\_\_\_\_

## G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA COLTURE DI MICROORGANISMI, denominazione

## H. ANNOTAZIONI SPECIALI

## DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) 2 PROV n. pag 31 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare)  
Doc. 2) 2 PROV n. tav 14 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare)  
Doc. 3) 1 RIS lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale  
Doc. 4) 1 RIS designazione inventore  
Doc. 5) 1 RIS documenti di priorità con traduzione in italiano  
Doc. 6) 1 RIS autorizzazione o atto di cessione  
Doc. 7) 1 nominativo completo del richiedente

8) attestati di versamento, totale lire € DUECENTONOVANTUNO/80 (291,80) obbligatorio

COMPILATO IL 04/11/2002 FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE (I) Ing. Giancarlo NOTARO

CONTINUA SI/NO SI N. Iscriz. ALBO 258

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO SI (In proprio o per gli altri)

CAMERA DI COMMERCIO I. A. A. DI

TORINO

TO 2002A000950

codice 01

VERBALE DI DEPOSITO NUMERO DI DOMANDA

Reg. A

L'anno millenovecento DUEMILADUE, il giorno CINQUE, del mese di NOVEMBRE

il(i) richiedente(i) sopraindicato(i) ha(hanno) presentato a me sottoscritte la presente domanda, corredata di n. \_\_\_\_\_ fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraportato.

## I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE

IL DEPOSITANTE

Officia Ing. A. D.

Ufficio  
dell'Ufficio  
C.C.I.A.A.  
Torino

L'UFFICIALE ROGANTE

Mirella CAVALLARI  
CATEGORIA C

## A. RICHIEDENTE (1)

Denominazione		
Residenza		codice
Denominazione		
Residenza		codice
Denominazione		
Residenza		codice
Denominazione		
Residenza		codice
Denominazione		
Residenza		codice
Denominazione		
Residenza		codice

## E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome	cognome nome
5 PAIRETTI, Bartolomeo	
6 BERNARD, Stefano	

## F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione	tipo di priorità	numero di domanda	data di deposito	allegato S/R	SCIOGLIMENTO RISERVE Data N° Protocollo

FIRMA DEL (1) RICHIEDENTE (1)

Ing. Giancarlo NOTARO

N. Iscrit. ALBO 258

(In proprio e/or per altri)

## RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE

NUMERO DOMANDA

TO 2002A0000950

DATA DI DEPOSITO 05 11 / 2002

NUMERO BREVETTO

DATA DI RILASCIO

## A. RICHIEDENTE (I)

Denominazione

C.R.F. Società Consortile per Azioni,

Residenza

Orbassano TO

## D. TITOLO

Sistema di visione integrato multifunzionale, con matrice in tecnologia CMOS o CCD

Classe proposta (sez./cl./scl)

(gruppo/sottogruppo)

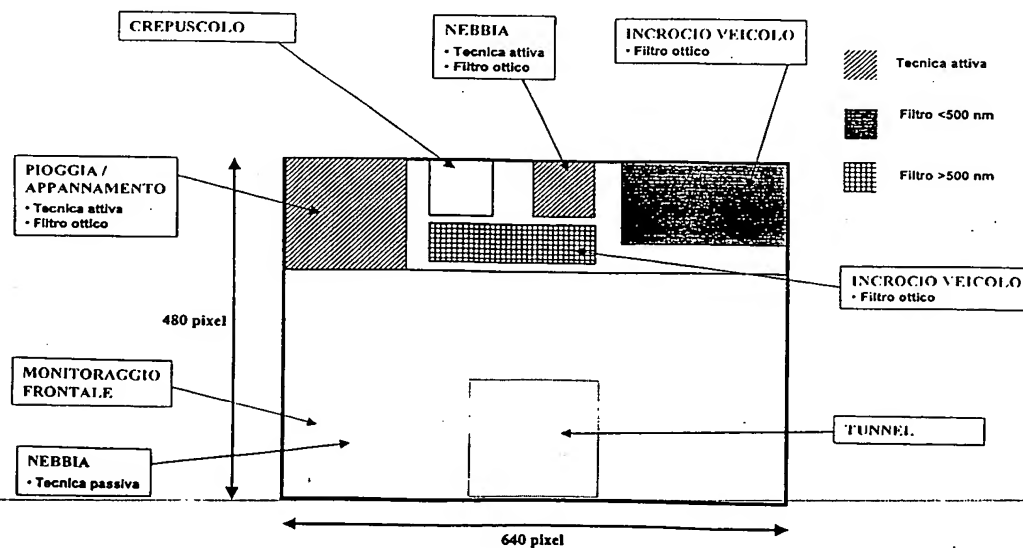
## L. RIASSUNTO

Viene descritto un sistema con un sensore di visione integrato multifunzionale utilizzando una matrice in tecnologia CMOS o CCD che presenta un'area sensibile divisa in sotto-aree dedicate a una serie di funzioni specifiche.  
(Fig.1)



## M. DISEGNO

Fig. 1



C.C.I.A.A.  
Torino

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Sistema di visione integrato multifunzionale, con matrice in tecnologia CMOS o CCD",

di: C.R.F. Società Consortile per Azioni,  
nazionalità italiana, Strada Torino 50 - 10043  
Orbassano TO.

Inventori designati: Nereo PALLARO, Filippo  
VISINTAINER, Piermario REPETTO, Elena BORELLO,  
Bartolomeo PAIRETTI, Stefano BERNARD

Depositata il: 05 Novembre 2002

**TO 2002A000950**

\*\*\*

TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda un sistema di visione, in particolare per uso automobilistico, utilizzabile per rilevare parametri ambientali, quali l'appannamento del parabrezza dell'autoveicolo, o la presenza di gocce di pioggia sul parabrezza, o condizioni di scarso illuminamento derivanti dall'attraversamento di un tunnel, dal passaggio sotto ad un ponte o da crepuscolo, o la presenza di foschia e nebbia, o l'incrocio di un altro veicolo, detto sistema essendo altresì utilizzabile per monitorare la scena davanti al veicolo ("monitoraggio frontale"), al fine di rilevare ad esempio la presenza di una curva con un anticipo tale da attuare il movimento del proiettore

BUZZI, NOTARO &  
ANTONELLI D'OUX  
s.r.l.

adattativo prima dell'inizio della curva, o di segnalare uno spostamento laterale del veicolo in direzione delle linee di demarcazione della corsia di marcia ("lane-warning").

Lo scopo della presente invenzione è di realizzare un sistema relativamente semplice ed affidabile che sia in grado di assolvere efficientemente a tutte o a parte delle suddette funzioni. Un ulteriore scopo è quello di superare i sistemi attuali per autoveicoli che prevedono l'integrazione a livello di package di sensori distinti.

In vista di raggiungere tale scopo, l'invenzione ha per oggetto un sistema di visione multifunzionale comprendente una matrice di visione in tecnologia CMOS (oppure CCD) avente un'area sensibile suddivisa in sotto-aree destinate ognuna ad una o più funzioni nel monitoraggio della scena o nel rilevamento dei parametri ambientali. La suddivisione in sotto-aree avviene mediante integrazione di più sistemi ottici di "imaging" e non.

L'invenzione è diretta in particolare all'applicazione in un autoveicolo di un sistema di visione del tipo sopra specificato, utilizzando una matrice CMOS VGA monocromatica, lineare o

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OULX  
s.r.l.

logaritmica, posizionabile ad esempio in prossimità dello specchietto retrovisore interno dell'autoveicolo, per assolvere a più funzioni fra: rilevamento pioggia, rilevamento appannamento, rilevamento nebbia, rilevamento crepuscolo, rilevamento marcia in un tunnel, rilevamento incrocio di altro veicolo, monitoraggio frontale.

Il rilevamento di alcuni parametri ambientali, come la nebbia e la pioggia, può essere effettuato sia con una tecnica di tipo attivo, ossia con l'ausilio di un emettitore, come verrà illustrato in dettaglio nel seguito, sia con una tecnica di tipo passivo, ossia senza emettitore.

In una prima configurazione più semplice del sistema di visione a matrice CMOS secondo l'invenzione, tale matrice presenta la sua area sensibile suddivisa in sotto-aree specifiche destinate rispettivamente alla funzione di monitoraggio frontale, al rilevamento passivo della nebbia, al rilevamento di condizioni di crepuscolo, al rilevamento di marcia in un tunnel e al rilevamento attivo della nebbia.

In una seconda configurazione più elaborata, l'area sensibile della matrice prevede anche una sotto-area specifica di rilevamento della pioggia e dell'appannamento.

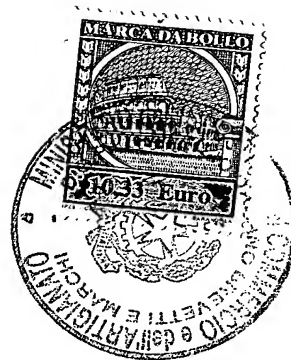
BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OULX  
s.r.l.

In una terza soluzione ulteriormente elaborata, l'area sensibile della matrice comprende inoltre una ulteriore sotto-area specifica per il rilevamento dell'incrocio con altro veicolo.

Sempre secondo una caratteristica preferita dell'invenzione, il sistema è provvisto di una sotto-area dedicata ad un rilevamento della pioggia di tipo attivo, con l'ausilio di un emettitore. Preferibilmente, la medesima area dedicata alla funzione pioggia è pure dedicata alla funzione appannamento parabrezza, sempre con l'ausilio di un emettitore.

Ancora secondo una ulteriore caratteristica preferita, la funzione crepuscolo viene assolta da una sotto-area specifica della matrice CMOS. La funzione tunnel viene assolta sfruttando parte dell'area dedicata alla funzione di monitoraggio frontale. La funzione nebbia viene assolta sia con una sotto-area dedicata, con tecnica attiva, (ossia con l'ausilio di un emettitore, ad esempio in forma di LED o diodo laser) sia mediante tecnica passiva in un'altra sotto-area, contenuta in quella dedicata al monitoraggio frontale.

La funzione incrocio veicolo viene assolta mediante utilizzo di due sotto-aree dedicate, ciascuna con il proprio sistema di lenti e filtri,



BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OULX  
s.r.l.



oppure di una sotto-area dedicata al monitoraggio frontale, con l'ausilio di filtri ottici depositati con un grado di discretizzazione a livello di pixel.

Sempre secondo l'invenzione è anche previsto che il sensore abbia una finestra di protezione in vetro o materiale plastico trasparente che funge anche da supporto per fibre ottiche ed eventualmente un prisma; queste componenti ottiche sono inserite in fori praticati in detta finestra, la cui funzione risulterà chiara nel seguito.

Ancora secondo una ulteriore caratteristica dell'invenzione, è previsto un sistema di isolamento ottico fra l'area dedicata al monitoraggio frontale e quelle dedicate alla funzione pioggia, appannamento, nebbia e crepuscolo, basato su un parziale ricoprimento della superficie della finestra di protezione della matrice, sul lato rivolto verso la matrice, con uno strato di materiale assorbente o riflettente, ad esempio mediante serigrafia od evaporazione termica.

Ancora secondo un'ulteriore caratteristica dell'invenzione, è previsto un sistema di isolamento ottico dell'area dedicata alla funzione pioggia dall'influenza dell'obiettivo relativo alla funzione di monitoraggio frontale, isolamento basato su parziale ricoprimento di alcune facce del prisma con

BUZZI, NOTARO &  
ANTONELLI D'OUX  
s.r.l.

uno strato di materiale assorbente o riflettente, ad esempio mediante serigrafia od evaporazione termica.

Nel caso della sotto-area dedicata alla funzione pioggia, al sensore sono associati in serie un prisma con isolamento ottico, un filtro ottico passa banda, un obiettivo orientato ortogonalmente al parabrezza del veicolo.

Nel caso della funzione appannamento parabrezza, destinata a consentire l'azionamento automatico dei mezzi anti-appannamento di cui il veicolo è provvisto, alla relativa sotto-area sono associati in serie un prisma con isolamento ottico, un filtro ed un obiettivo orientato ortogonalmente al parabrezza del veicolo.

Per la funzione crepuscolo è prevista una fibra ottica di plastica o vetro per la raccolta della luce, orientata ortogonalmente al parabrezza del veicolo o con uno scostamento da questa posizione di qualche grado.

Per la funzione tunnel è previsto un obiettivo, orientato verso la scena frontale, con lunghezza focale adeguata per la funzione di monitoraggio frontale.

Per la funzione nebbia, basata su tecnica attiva, è prevista una lente di tipo "ball" o "grin", o eventualmente anche nessuna lente, in

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUX  
s.r.l.

associazione ad una fibra ottica, eventualmente ad un'altra lente "grin" o microottica, o eventualmente anche a nessuna lente, in associazione ad un filtro passa-alto/interferenziale, a una lente di raccolta con asse ottico ortogonale al parabrezza o alla scena di fronte al veicolo. Per la funzione nebbia, basata su tecnica passiva, è previsto un obiettivo orientato verso la scena di fronte al veicolo, con lunghezza focale adeguata per la funzione di monitoraggio frontale.

Per la funzione incrocio veicolo sono previsti un filtro ottico (passa-alto  $>500\text{nm}$  o passa-basso  $<500\text{nm}$ ) in associazione ad un obiettivo per ciascuna delle due sotto-aree.

Per la funzione di monitoraggio frontale è previsto un obiettivo con focale opportuna, con asse ottico inclinato di qualche grado rispetto al piano orizzontale, orientato nella direzione di moto e decentrato rispetto al centro matrice.

Naturalmente, i segnali in uscita dal sistema di visione a matrice sono indirizzati ad una elettronica che provvede all'acquisizione delle immagini relative alle varie sotto-aree (mediante "windowing" nel caso di camere CMOS) ed alla successiva elaborazione.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OULX  
s.r.l.

dell'invenzione risulteranno dalla descrizione che segue con riferimento ai disegni annessi, fornite a puro titolo di esempio non limitativo, in cui:

la figura 1 è una vista schematica di una prima forma di attuazione del sensore a matrice secondo l'invenzione che implementa tutte le funzioni discusse in precedenza,

le figure 2,3 sono viste schematiche che illustrano i principi di funzionamento del sensore per il rilevamento dell'appannamento parabrezza,

la figura 4 è una vista schematica che si riferisce alla configurazione del sensore per la funzione crepuscolo/tunnel,

la figura 5 è uno schema di principio del rilevamento di tipo attivo della nebbia,

le figure 6,7 illustrano una seconda ed una terza forma di attuazione del sistema secondo l'invenzione, che implementano un numero minore di funzioni,

le figure 7A,7B illustrano una vista schematica in sezione ed una vista in pianta del sensore facente parte del sistema secondo l'invenzione,

la figura 8 mostra in vista prospettica un esempio di realizzazione del sistema secondo l'invenzione,

la figura 9 illustra una variante della figura



BUZZI, NOTARO &  
ANTONELLI D'OUX  
s.r.l.

8,

la figura 10 illustra le possibili varianti di realizzazione del sistema ottico per il rilevamento della nebbia,

le figure 11,12A, 12B illustrano in tre diverse viste prospettiche il gruppo costituito dalla matrice del sensore secondo l'invenzione con la finestra di protezione ad essa associata, e

la figura 13 è una vista prospettica di un prisma utilizzato nel sistema per il rilievo pioggia secondo l'invenzione.

La figura 1 dei disegni annessi illustra una forma di attuazione preferita in merito alla suddivisione dell'area sensibile della matrice CMOS del sensore secondo l'invenzione in sotto-aree dedicate ad una o più funzioni. Questa forma considera tutte le funzioni citate in precedenza: monitoraggio frontale, incrocio veicolo, pioggia, appannamento, nebbia (in modalità attiva e passiva), crepuscolo, tunnel.

La figura 1 riporta l'area sensibile di una matrice VGA con l'indicazione delle funzioni assolte da ciascuna sotto-area e le relative caratteristiche.

La ripartizione delle varie sotto-aree tiene conto di alcuni criteri fondamentali:

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUX  
s.r.l.

1. L'inclinazione della matrice nella condizione di montaggio sullo specchio retrovisore interno dell'autoveicolo è vincolata alla direzione dell'asse ottico per realizzare la funzione di monitoraggio frontale della scena;

2. Per ciascuna funzione le dimensioni delle aree sono funzione dei campi di vista e della risoluzione necessaria;

3. Le posizioni delle aree dipendono dalla direzione dell'asse ottico di ciascuna funzione e dalla necessità di avere delle zone di separazione nelle quali i pixel non vengono utilizzati;

4. Una singola area può essere dedicata a più funzioni; oppure una porzione dell'area dedicata ad una funzione può essere dedicata anche ad un'altra funzione.

Nel seguito verranno descritte possibili tecniche di misura utilizzabili per lo sviluppo delle funzioni cui si fa riferimento nella figura 1.

#### Appannamento parabrezza

Sistema passivo: sulla superficie esterna del parabrezza è posta un'immagine di riferimento, per esempio una griglia, che viene focalizzata sulla matrice CMOS. Il livello di nitidezza dell'immagine dipende dal grado di appannamento della superficie interna del parabrezza. Gli aspetti critici di

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'IOULX  
s.r.l.

questa tecnica sono: la sensibilità a livelli di appannamento non visibili all'occhio umano; la dipendenza del segnale dall'illuminamento ambiente.

Sistema attivo: - come illustrato nelle figure 2,3, un emettitore nell'infrarosso E invia un fascio sulla superficie interna del cristallo del parabrezza P dell'autoveicolo, con un angolo di incidenza di circa  $45^\circ$ . Se la superficie è appannata il fascio viene parzialmente retrodiffuso dalle goccioline di condensa (fig. 3) e rilevato dalla matrice CMOS M. In caso di assenza di appannamento (figura 2) il suddetto fenomeno non si verifica. Il sistema ottico può conformare il fascio dell'emettitore E (tipicamente un LED) in modo che esso venga focalizzato su una opportuna porzione di parabrezza.

#### Pioggia

La matrice CMOS rileva l'immagine delle gocce poste sulla superficie esterna del parabrezza. Un'analisi quantitativa può essere fatta su una singola immagine, per esempio considerando lo spettro in frequenza spaziale, oppure confrontando immagini consecutive con metodi statistici. Per eliminare la dipendenza dalle condizioni di illuminamento esterno, che influiscono sul contrasto delle gocce, e per illuminare in modo uniforme e

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OULX  
s.r.l.

stabile nel tempo l'area del parabrezza di interesse, si utilizza una sorgente LED nel vicino infrarosso e un filtro passa banda centrato alla lunghezza d'onda del LED.

#### Crepuscolo/tunnel

Due aree della matrice vengono dedicate per misure dell'illuminamento effettuate da due differenti direzioni (vedere figura 4):

- piccolo angolo solido A nella direzione di marcia (ad esempio di  $10^\circ$ );
- angolo solido più ampio B (ad esempio di  $40^\circ$ ) orientato verso l'alto, per avere una misura dell'illuminamento medio attorno alla posizione corrente del veicolo.

#### Nebbia

Sensore passivo: il rilevamento passivo della nebbia avviene mediante l'acquisizione dell'immagine della scena nell'area destinata al monitoraggio frontale e successiva analisi della nitidezza dell'immagine. Esso consente il rilevamento del banco di nebbia in anticipo rispetto al sistema attivo, che ha un raggio d'azione limitato.

Sensore attivo: il sensore di visibilità è costituito da un modulo trasmittente (LED o diodo laser nell'infrarosso) e dal modulo ricevente (camera CMOS). I due campi di vista si sovrappongono





parzialmente. In presenza di nebbia, la concentrazione di goccioline presente nella zona di sovrapposizione provoca una retrodiffusione del fascio che viene rilevata dal sensore (figura 5).

#### Incrocio veicolo

La camera CMOS inquadra alcune porzioni della scena stradale davanti al veicolo. La matrice della fig. 1 comprende due zone "Incrocio veicolo", dedicate alla rilevazione rispettivamente dei fari dei veicoli che procedono in senso contrario e dei fanali posteriori di veicoli che procedono nello stesso senso di marcia. Per le due aree si utilizzano appositi filtri ottici passa alto e passa basso per distinguere i fari anabbaglianti dai fanali posteriori. Un'alternativa consiste nell'utilizzare l'area destinata al monitoraggio frontale in una matrice a colori oppure in una matrice monocromatica depositando a livello di pixel i necessari filtri ottici, ma solamente nell'area o sotto-area della matrice destinata al monitoraggio frontale.

#### Monitoraggio frontale della scena

La porzione principale della matrice della fig. 1 viene utilizzata per inquadrare la scena stradale davanti al veicolo ed implementare funzioni come il lane warning, il proiettore adattativo e l'incrocio

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OULX  
s.r.l.

veicolo.

\*\*\*

La forma di attuazione illustrata nella figura 6, è una forma semplificata rispetto a quella della figura 1, e prevede unicamente sotto-aree per le funzioni monitoraggio frontale, tunnel, nebbia (con tecnica attiva e con tecnica passiva) e crepuscolo.

La figura 7 illustra un'ulteriore forma di attuazione che prevede in aggiunta anche la funzione pioggia/appannamento.

#### Matrice CMOS

Per quanto riguarda la matrice di visione CMOS, le principali specifiche che devono essere soddisfatte da essa, per l'integrazione multifunzionale proposta nei paragrafi precedenti sono le seguenti:

- formato VGA: questo formato consente una suddivisione della matrice in sette aree utili e in aree di separazione nelle quali i pixel non vengono utilizzati;
- dimensione del pixel: una dimensione del pixel molto piccola implica una maggiore difficoltà nel realizzare le ottiche dedicate per ciascuna funzione/area;
- monocromatica o a colori: l'utilizzo di una matrice a colori eviterebbe l'utilizzo dei filtri

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUX  
s.r.l.

ottici necessari per la funzione "incrocio veicolo", a scapito però della capacità di risoluzione spaziale;

- risposta lineare o logaritmica: alcune funzioni sono basate sulla stima quantitativa di un parametro per la quale sarebbe preferibile avere una risposta lineare del sensore e tempo di integrazione costante; per quanto riguarda il range dinamico, è invece preferibile utilizzare un sensore a risposta logaritmica.

- range dinamico: le funzioni di monitoraggio frontale richiedono che il sensore sia in grado di coprire un intervallo di illuminamento superiore agli 80 db in quanto negli scenari tipici si può andare da situazioni di crepuscolo a radiazione solare diretta;

- sensibilità: questo è un parametro importante per le funzioni di monitoraggio frontale durante la guida notturna in cui si ha un basso livello di illuminamento (ad esempio crepuscolo = 1 lux) o per la funzione nebbia in cui la radiazione di backscattering raccolta è molto piccola (dell'ordine dei nW);

- risposta spettrale: il sensore deve avere una buona risposta nella finestra 800-900 nm (utilizzata per le funzioni attive (in cui il cristallo

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUX  
s.r.l.

parabrezza di un autoveicolo tipo ha una trasmittanza di circa il 30%; per la funzione "crepuscolo" il sensore deve avere una risposta quanto più simile a quella dell'occhio umano (risposta fotometrica);

- frame rate: il frame rate non è un parametro critico a meno che non si vogliano effettuare acquisizioni veloci mediante *windowing* e implementare successivamente tecniche di filtraggio digitale (ad esempio nel caso della funzione incrocio veicolo, in cui sarebbe utile tagliare la radiazione modulata proveniente da sorgenti di luce alimentate AC con frequenze pari a 50-60 Hz).

In un esempio concreto di attuazione dell'invenzione, è stata usata una camera CMOS VGA, monocromatica, logaritmica realizzata in tecnologia CMOS 0.35 micron. Essa integra la matrice di pixel attivi, gli stadi di amplificazione, un convertitore AD a 10 bit, e l'interfaccia per un microprocessore. La matrice di fotodiodi converte continuamente la radiazione in tensione (senza integrazione di carica tipica dei CMOS lineari) e pertanto i pixel possono essere letti in ogni istante.

La corrente generata dai fotodiodi dipende linearmente dall'intensità della radiazione incidente. Il circuito di alimentazione del



BUZZI, NOTARO &  
ANTONELLI D'OUILLI  
s.r.l.

fotodiodo ha una caratteristica logaritmica per cui l'uscita in tensione dei pixel è proporzionale al logaritmo della irradianza incidente.

\*\*\*

Con riferimento al package del sensore, quest'ultimo è illustrato nella figura 7A (in sezione laterale) e nella figura 7B (che mostra una vista dall'alto). Il package comprende una base 10 su cui è montato il chip 11 del sensore, ed una finestra ottica di protezione 12, costituita da un substrato di materiale trasparente, a facce piane e parallele. Alla matrice CMOS sono associate componenti ottiche atte a ottimizzare il segnale raccolto dal sensore integrato per ognuna delle funzioni di monitoraggio ambientale; nel caso delle funzioni pioggia, incrocio veicolo e monitoraggio frontale, le ottiche devono anche fare "imaging" della scena. Per ogni funzione, il campo di vista e l'area del sensore dedicata determinano la focale dell'ottica da interporre. Una volta fissata la focale, i requisiti sul livello di illuminamento pongono un vincolo sulla dimensione minima della lente. Bisogna inoltre considerare le condizioni poste dalla geometria del sistema. Infatti, a ciascuna delle aree adiacenti in cui è ripartita la matrice, è associata un'ottica indipendente. A

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUX  
s.r.l.

livello di progettazione, questo tipo di integrazione comporta altre due condizioni:

- le ottiche devono essere affiancate. Questo limita le dimensioni dei singoli componenti. Nel valutare questi limiti vanno considerate anche le possibili soluzioni meccaniche per il montaggio e il packaging;

- la vicinanza delle aree comporta disturbi fra i segnali delle singole funzioni, a causa della parziale sovrapposizione dei piani di immagine. Riguardo a tale problema deve essere progettato un sistema di separazione delle singole aree.

Un altro aspetto da considerare è l'orientazione dell'asse ottico per ogni singola funzione. È evidente che per rispondere a tutti i requisiti bisogna trovare delle soluzioni per cambiare la direzione dell'asse ottico. A tale scopo, l'invenzione fa uso, come risulterà nel seguito, di prismi e fibre ottiche.

Dato che per tutte le funzioni la distanza del punto oggetto è oltre 10 volte la distanza focale, la distanza ottica-sensore (punto immagine) sarà approssimativamente pari alla focale stessa, che per le funzioni "pioggia", "crepuscolo" e "incrocio veicolo" (rilevamento fanali posteriori) è inferiore ai 5 mm. Questa distanza rappresenta un vincolo

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUX  
s.r.l.

stretto soprattutto se si vogliono interporre dei prismi tra l'obiettivo e il sensore.

La figura 8 illustra in vista prospettica un esempio di attuazione del sistema secondo l'invenzione. Alla matrice CMOS 11 dotata di finestra di protezione 12, è associato un obiettivo 13 per il monitoraggio frontale. Come già indicato, l'obiettivo 13, insieme al sensore 11, è montato nella parte frontale (ossia rivolta nella direzione di marcia) dello specchio retrovisore interno dell'autoveicolo (non illustrato, per maggior chiarezza). In un esempio di attuazione, l'obiettivo 13 ha una lente negativa come primo elemento, per coprire un campo di vista abbastanza ampio ( $35^{\circ}$ - $45^{\circ}$ ).

Esiste poi il problema dell'isolamento della funzione di monitoraggio frontale. Una possibile soluzione è quella di utilizzare una paratia con apertura rettangolare. L'apertura ha forma e dimensioni uguali all'area di monitoraggio frontale.

Venendo ora alle funzioni "crepuscolo" e "nebbia", esiste il problema che l'asse ottico deve essere inclinato verso l'alto ad esempio di un angolo di  $60^{\circ}$  rispetto alla direzione di moto. La tipologia di rilevamento è di tipo non-imaging.

Per queste due funzioni, l'invenzione risolve

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUX  
s.r.l.

il problema dell'inclinazione dell'asse ottico facendo uso di fibre ottiche convenzionali, del tipo della fibra ottica 14 nella figura 8. Una fibra ottica di questo tipo permette di trasmettere il segnale lungo un percorso che può essere anche curvo. Tale componente è inoltre di basso costo. Alla fibra ottica viene associata preferibilmente una lente, ad esempio una lente a palla (ball lens) o una lente a gradiente di indice (lente grin).

La figura 8 illustra anche un obiettivo 15 per il rilevamento della pioggia, e un emettitore 16 al quale è associata una lente di raccolta 17 ed una fibra ottica 18 per il rilievo della nebbia.

La figura 9 illustra una variante della figura 8, in cui parti corrispondenti sono indicate con lo stesso numero di riferimento.

La figura 10 mostra le diverse possibilità di associare ad una fibra ottica 18 una lente di tipo GRIN 19A, oppure una lente di tipo ball 19B, o di lasciare l'estremo della fibra senza lente come indicato in 20. All'estremità opposta della fibra 18 può essere predisposta una lente 21 di tipo GRIN, oppure una micro-ottica 22, con l'ulteriore possibilità di lasciare l'estremo senza lente come indicato in 23. Alla lente di raccolta 17 è associato un filtro ottico passabanda 24.

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUX  
s.r.l.





Un passo successivo all'integrazione della funzione di monitoraggio frontale, "nebbia" e "crepuscolo" mediante obiettivo e fibre ottiche, è rappresentato dall'integrazione aggiuntiva della funzione "pioggia". Per quest'ultima funzione sono necessarie ottiche imaging, ossia lenti e prismi. Il campo di vista della funzione di monitoraggio frontale ha un asse ottico inclinato di qualche grado in basso. Per le funzioni "crepuscolo", "pioggia" e "nebbia" l'inclinazione è di 60 gradi in alto. In realtà per queste ultime tre funzioni c'è una notevole tolleranza. Una variazione di 5-6 gradi non comporta sostanziali cambiamenti a livello di funzionalità. Una soluzione ottica possibile è quella di tenere il piano della matrice ortogonale all'asse ottico della funzione di monitoraggio frontale e, mediante l'utilizzo di prismi, cambiare la direzione dell'asse ottico per le altre tre funzioni. Il margine di tolleranza sull'orientazione permette di scegliere un prisma che devia l'asse ottico di  $60^\circ$  rispetto alla normale al piano immagine (matrice). Il prisma considerato (prisma di Littrow) è indicato con 20 nella figura 12A e 12B. In tale figura, è pure indicata l'area opacizzata 31 e sono pure indicate le porzioni terminali delle fibre ottiche 14 e 18 inserite in fori ricavati

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'IOULX  
s.r.l.

nella finestra ottica 12.

La figura 13 illustra in vista prospettica il prisma 30;. Il prisma 30 è di vetro o plastica trasparente, con la faccia BC ricoperta da un coating a uno o più strati, in maniera da ottenere una superficie riflettente verso l'interno del prisma e assorbente o riflettente verso l'esterno.

Le facce triangolari ABD del prisma 30 vanno ricoperte con un coating a uno o più strati, in maniera da ottenere una superficie assorbente verso l'interno del prisma e assorbente o riflettente verso l'esterno.

Il prisma 30 va orientato come in figura 12, con la faccia CD parallela al piano del sensore; la faccia CD inoltre non deve poggiare su alcun elemento ottico, per ragioni che risulteranno chiare in seguito. Davanti alla faccia AC del prisma 30 va posizionato l'obiettivo 15 per imaging, che deve avere una distanza focale posteriore tale da poter mettere a fuoco oltre il prisma. La luce in uscita dall'obiettivo incide sulla faccia AC ed entra nel prisma 30; se l'angolo di incidenza su AC è inferiore ad un angolo limite (che per il passaggio prisma-aria è di  $27.9^\circ$  con un indice di rifrazione del prisma pari a 1.5) la luce viene riflessa in maniera totale sulla faccia CD; da qui la necessità

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OULX  
s.r.l.

di avere l'aria come mezzo ottico esterno alla faccia CD. Infine il fascio esce dal prisma 30 attraverso CD, in direzione del sensore.

Ai fini dell'isolamento ottico del fascio in uscita dal prisma 30, nella finestra ottica di protezione 12 va praticata un'apertura rettangolare di superficie uguale o superiore alla sezione del fascio di radiazione uscente dal prisma 30. La parete interna dell'apertura va ricoperta con coating assorbente, per evitare disturbi con il segnale della funzione monitoraggio frontale. Eventualmente si possono ricoprire tutte le pareti interne con detto coating, se vi fossero disturbi con i segnali provenienti dalle fibre ottiche.

È anche possibile affiancare questo tipo di ottica (obiettivo più prisma) all'obiettivo per la funzione di monitoraggio frontale. Il fatto che le due ottiche non abbiano lo stesso asse è vantaggioso dal punto di vista dell'ingombro.

Naturalmente, fermo restando al principio del trovato, i particolari di costruzione e le forme di attuazione potranno ampiamente variare rispetto a quanto descritto ed illustrato a puro titolo di esempio, senza per questo uscire dall'ambito della presente invenzione.

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUX  
s.r.l.

### Rivendicazioni

1. Sistema di visione comprendente una matrice CCD o CMOS avente un'area sensibile suddivisa in sotto-aree, destinate ognuna ad una specifica funzione nel monitoraggio della scena o nel rilevamento di parametri ambientali, detta suddivisione essendo ottenuta con l'ausilio di sistemi ottici (di imaging e non), aventi differenti direzioni e/o campi di vista e/o modalità di separazione ottica delle sotto-aree medesime.

2. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che è applicato in un autoveicolo, ad esempio sulla parte frontale (ossia rivolta nella direzione di marcia) dello specchio retrovisore interno dell'autoveicolo, per assolvere ad una o più funzioni fra: rilevamento pioggia, rilevamento appannamento parabrezza, rilevamento nebbia, rilevamento crepuscolo, rilevamento marcia in un tunnel, rilevamento incrocio di altro veicolo, monitoraggio della scena di fronte al veicolo (ad esempio lane warning, proiettore adattativo, incrocio veicolo).

3. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la matrice è una matrice CMOS VGA monocromatica (o a colori), lineare o logaritmica.

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUX  
s.r.l.



4. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la matrice presenta la sua area sensibile suddivisa in sotto-aree specifiche destinate rispettivamente alla funzione di monitoraggio frontale ad esempio "lane-warning", al rilevamento passivo della nebbia, al rilevamento di condizioni di crepuscolo, al rilevamento del tunnel e al rilevamento attivo della nebbia.

5. Sistema secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che l'area sensibile della matrice prevede anche una sotto-area specifica di rilevamento della pioggia e dell'appannamento.

6. Sistema secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che l'area sensibile della matrice comprende inoltre una ulteriore sotto-area specifica per il rilevamento dell'incrocio con altro veicolo.

7. Sistema secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che è prevista una sotto-area dedicata ad un rilevamento della pioggia di tipo attivo, con l'ausilio di un emettitore.

8. Sistema secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che la medesima area dedicata alla funzione pioggia è pure dedicata alla funzione appannamento parabrezza, sempre con

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUX  
s.r.l.

l'ausilio di un emettitore.

9. Sistema secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che la funzione "crepuscolo" viene assolta da una sotto-area specifica della matrice CMOS.

10. Sistema secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che la funzione "tunnel" viene assolta sfruttando parte dell'area dedicata alla funzione di monitoraggio frontale.

11. Sistema secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che la funzione "nebbia" viene assolta sia con una sotto-area dedicata, con tecnica attiva per il rilievo locale della nebbia, (ossia con l'ausilio di un emettitore, ad esempio in forma di LED o diodo laser) sia mediante tecnica passiva per il rilievo del banco di nebbia in un'altra sotto-area, coincidente con quella dedicata al monitoraggio frontale o in essa contenuta.

12. Sistema secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto che la funzione "incrocio veicolo" viene assolta mediante utilizzo di due sotto-aree dedicate oppure di una sotto-area dedicata al monitoraggio frontale, in una matrice a colori oppure in una matrice monocromatica con l'ausilio di filtri ottici depositati con un grado di discretizzazione a livello di pixel, ma solamente

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OUX  
s.r.l.

nell'area o sotto-area della matrice dedicata al monitoraggio frontale.

13. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il sensore a matrice ha una finestra di protezione in vetro o materiale plastico trasparente che funge anche da supporto per una o più fibre ottiche ed eventualmente un prisma che portano a sotto-aree selezionate della matrice un segnale ottico da esse captato.

14. Sistema secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che dette fibre ottiche hanno estremità prossimali che sono inserite in fori praticati in detta finestra di protezione.

15. Sistema secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che comprende mezzi di isolamento ottico fra l'area dedicata al monitoraggio frontale e quelle dedicate alla funzione pioggia, appannamento, nebbia e crepuscolo, basato su un parziale ricoprimento della superficie della finestra di protezione della matrice, sul lato rivolto verso la matrice, con uno strato di materiale assorbente o riflettente, ad esempio mediante serigrafia o evaporazione termica.

16. Sistema secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che comprende mezzi di isolamento ottico dell'area dedicata alla funzione

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OULX  
s.r.l.

pioggia dall'influenza eventuale di altre funzioni, isolamento basato su: 1) parziale ricoprimento delle facce del prisma con uno strato di materiale assorbente o riflettente, 2) foratura della finestra ottica e ricoprimento delle pareti interne al foro.

17. Sistema secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che la sotto-area dedicata alla funzione pioggia, riceve il segnale ottico da un sistema ottico comprendente in serie un prisma con isolamento ottico, un filtro ed un obiettivo con asse ottico ortogonale al parabrezza.

18. Sistema secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che la sotto-area dedicata alla funzione appannamento parabrezza, riceve il segnale ottico da un sistema ottico comprendente un prisma con isolamento ottico, un filtro ed un obiettivo con asse ottico ortogonale al parabrezza.

19. Sistema secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che la sotto-area dedicata alla funzione crepuscolo riceve il segnale ottico tramite una fibra ottica.

20. Sistema secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che la sotto-area dedicata alla funzione tunnel riceve il segnale ottico tramite un obiettivo dedicato anche alla funzione di monitoraggio frontale.

BUZZI, NOTARO &  
ANTONIELLI D'OULX  
s.r.l.





21. Sistema secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che la sotto-area dedicata alla funzione nebbia, basata su tecnica attiva, riceve il segnale ottico tramite un sistema ottico comprendente una lente di tipo "ball" o "grin" o eventualmente anche nessuna lente in associazione ad una estremità di una fibra ottica (uscita), con eventualmente un'altra lente "grin" o microottica o eventualmente anche nessuna lente all'altra estremità della fibra ottica (ingresso), in associazione ad un filtro passa-alto/interferenziale, e una lente di raccolta.

22. Sistema secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che la sotto-area dedicata alla funzione nebbia, basata su tecnica passiva, riceve il segnale ottico tramite un obiettivo dedicato anche alla funzione di monitoraggio frontale.

23. Sistema secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che le due sotto-aree dedicate alla funzione "incrocio veicolo" ricevono il segnale ottico tramite filtri in associazione ad un obiettivo.

24. Sistema secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che nella variante di incrocio veicolo basato sull'utilizzo di una sotto-

BUZZI, NOTARO &  
ANTONELLI D'OUX  
s.r.l.

area dedicata al monitoraggio frontale in una matrice a colori oppure in una matrice monocromatica, il segnale ottico viene raccolto tramite il medesimo obiettivo dedicato alla funzione di monitoraggio frontale.

24. Sistema secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che la sotto-area dedicata alla funzione monitoraggio frontale riceve il segnale ottico tramite un obiettivo con asse ottico decentrato rispetto al centro matrice.

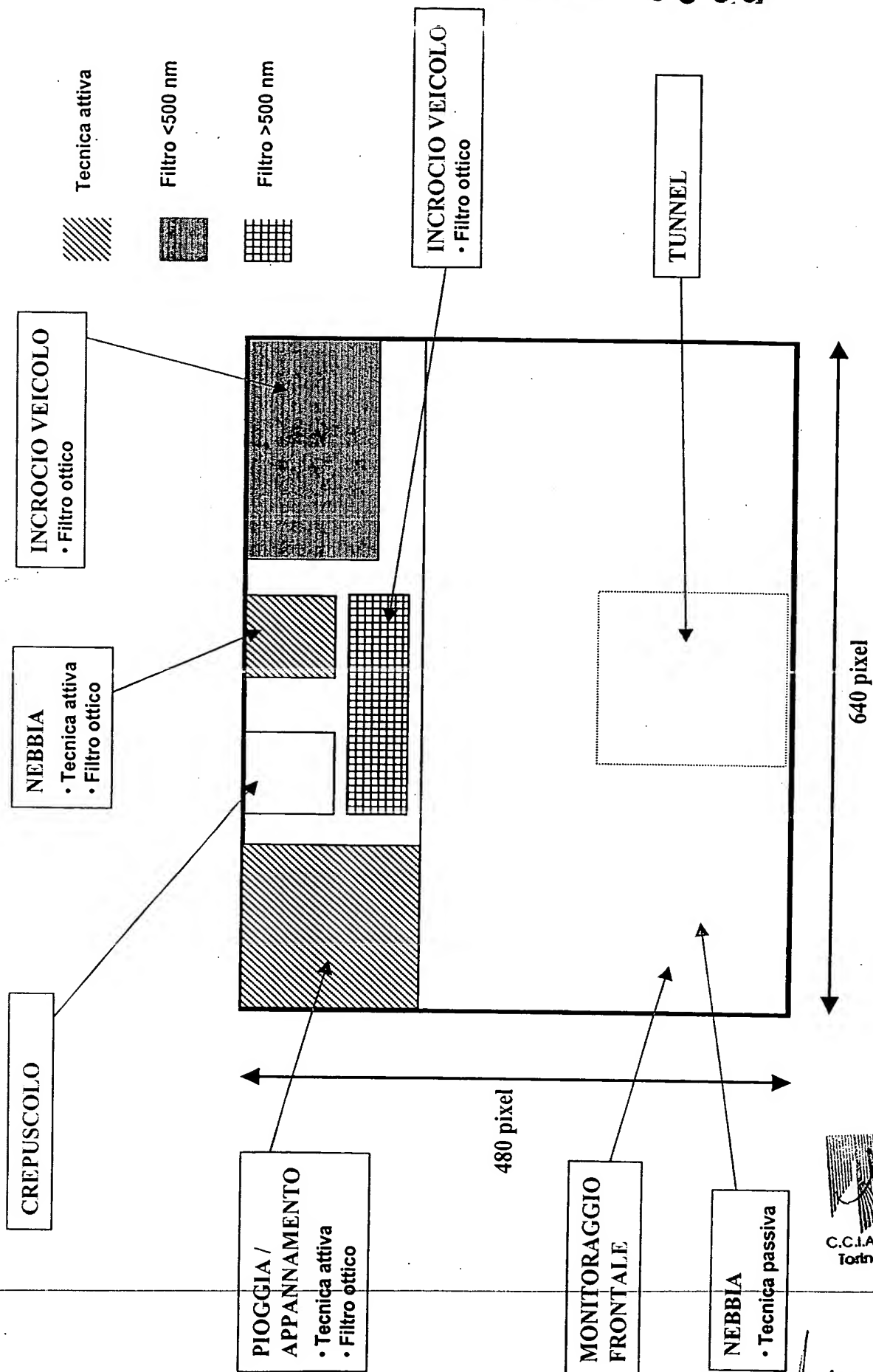
25. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che alcune sotto-aree sono riservate a pixel inutilizzati necessari come mezzo ulteriore di separazione tra le sotto-aree utili.

Il tutto sostanzialmente come descritto ed illustrato e per gli scopi specificati.



**Ing. Giancarlo NOTARO**  
N. Iscriz. ALBO 258  
(In proprio e per gli altri)

Fig. 1



C.C.I.A.A.  
Torino

Fig. 2

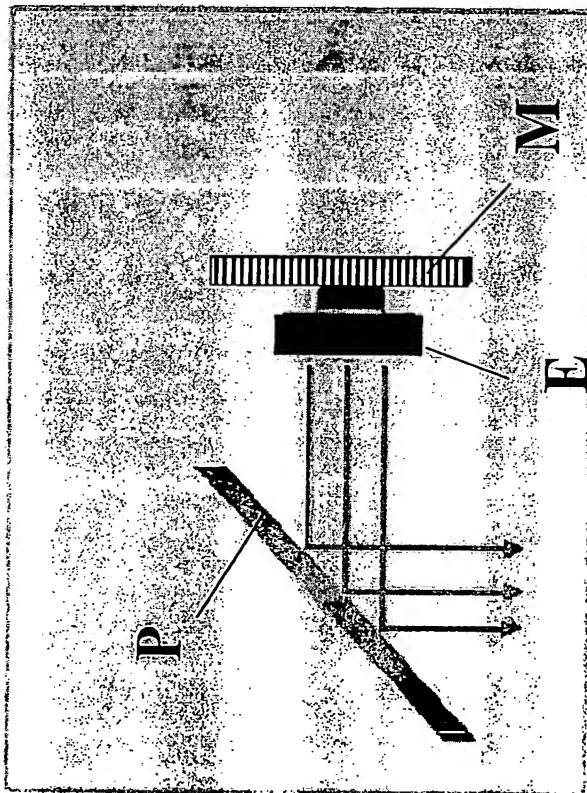
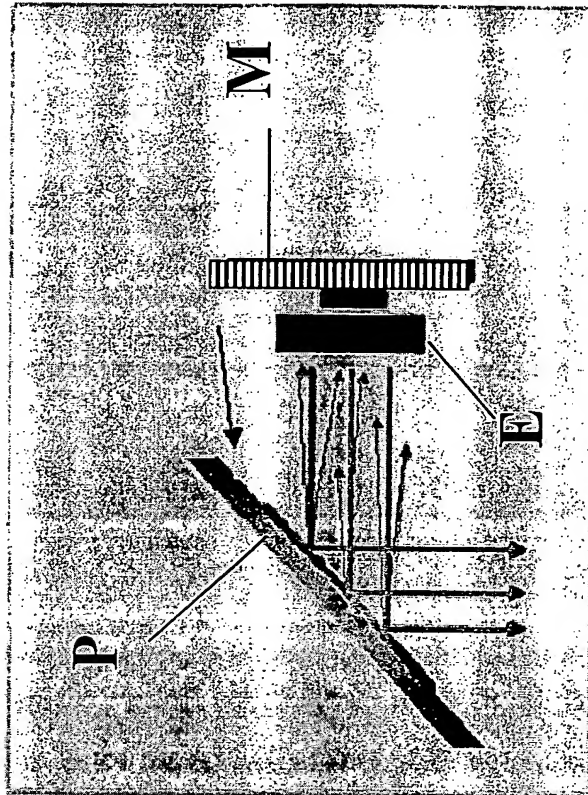
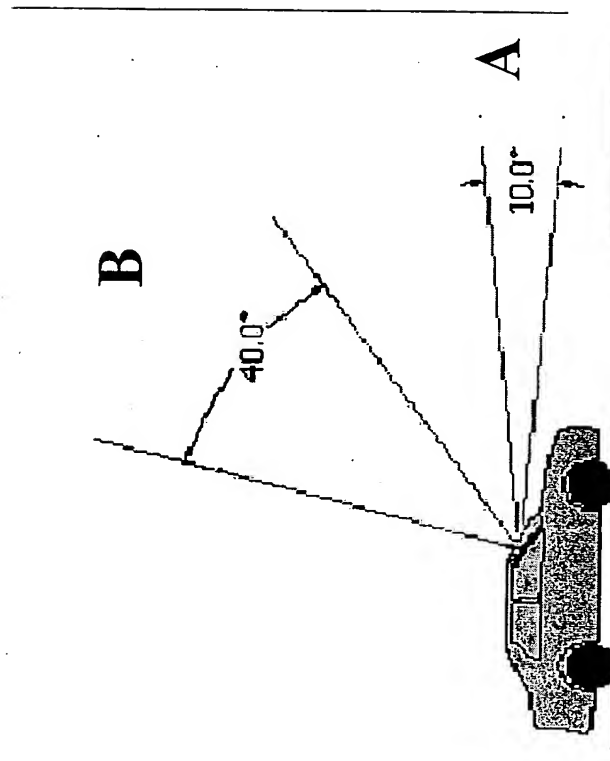


Fig. 3

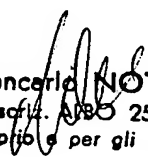


  
C.C.I.A.A.  
Torino

Fig. 4

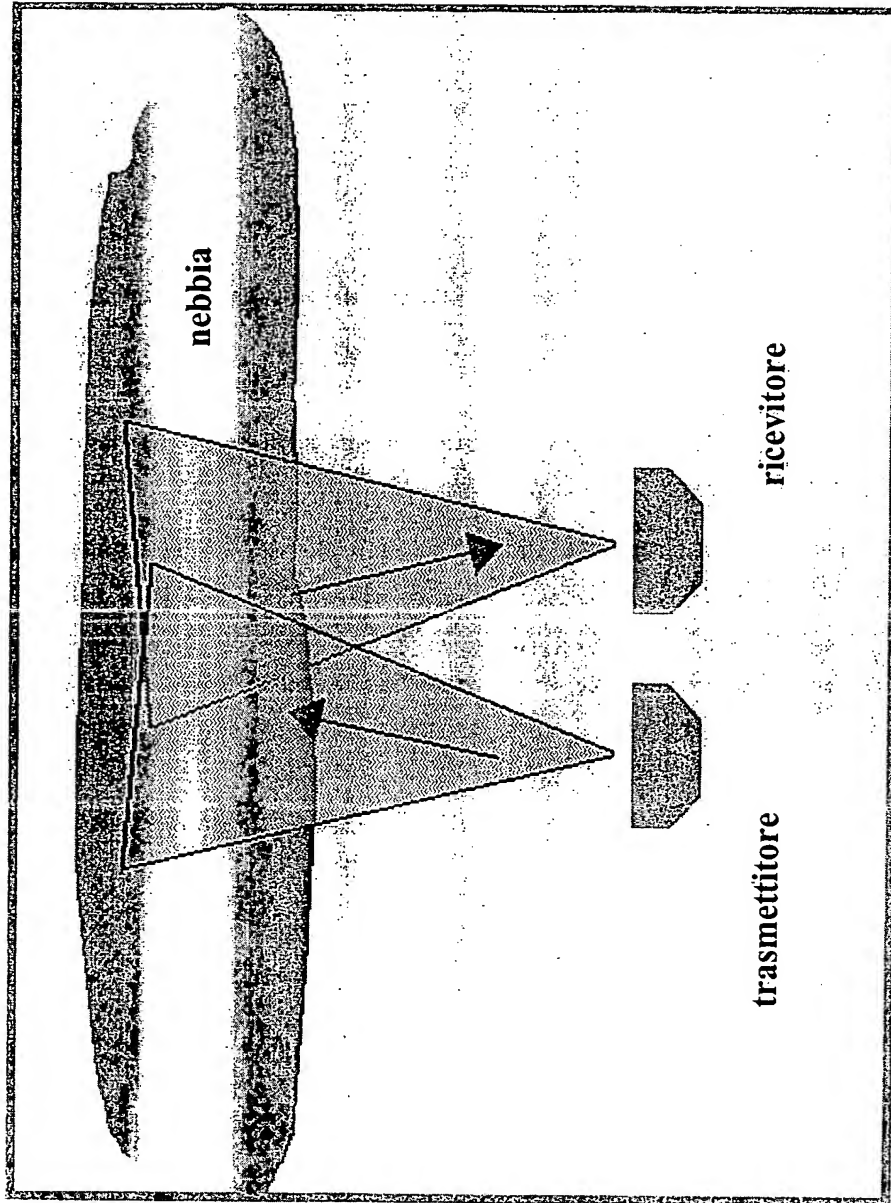


  
C.C.I.A.A.  
Torino

  
Ing. Giancarlo NOTARO  
N. Iscriz. A.P.S. 258  
In proprio e per gli altri

TO 2002A000950

Fig. 5



C.C.I.A.A.  
Torino

Ing. Giancarlo NOTARO  
N. Iscriz. ALBO 258  
(la proprio e per gli altri)

Fig. 6

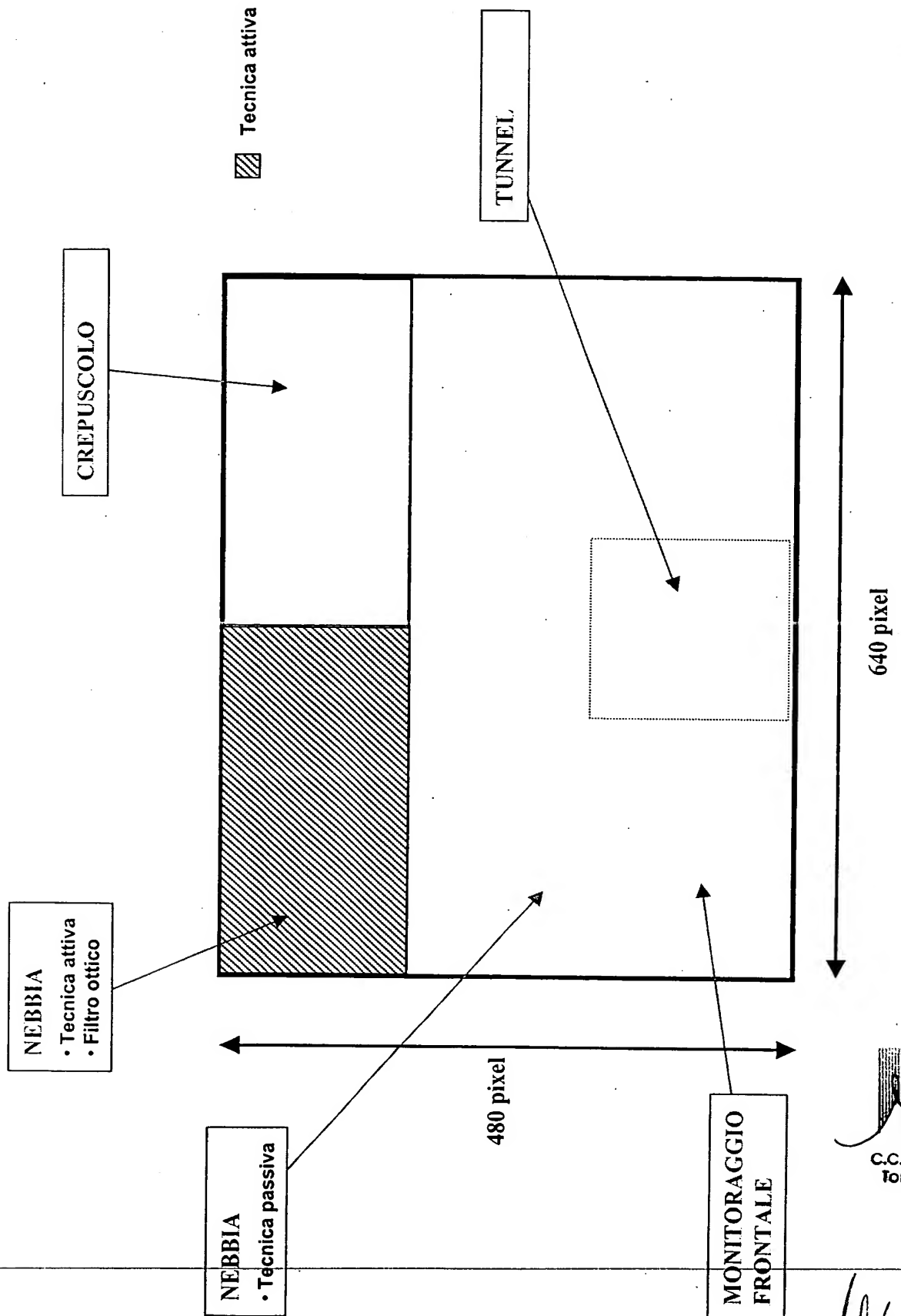
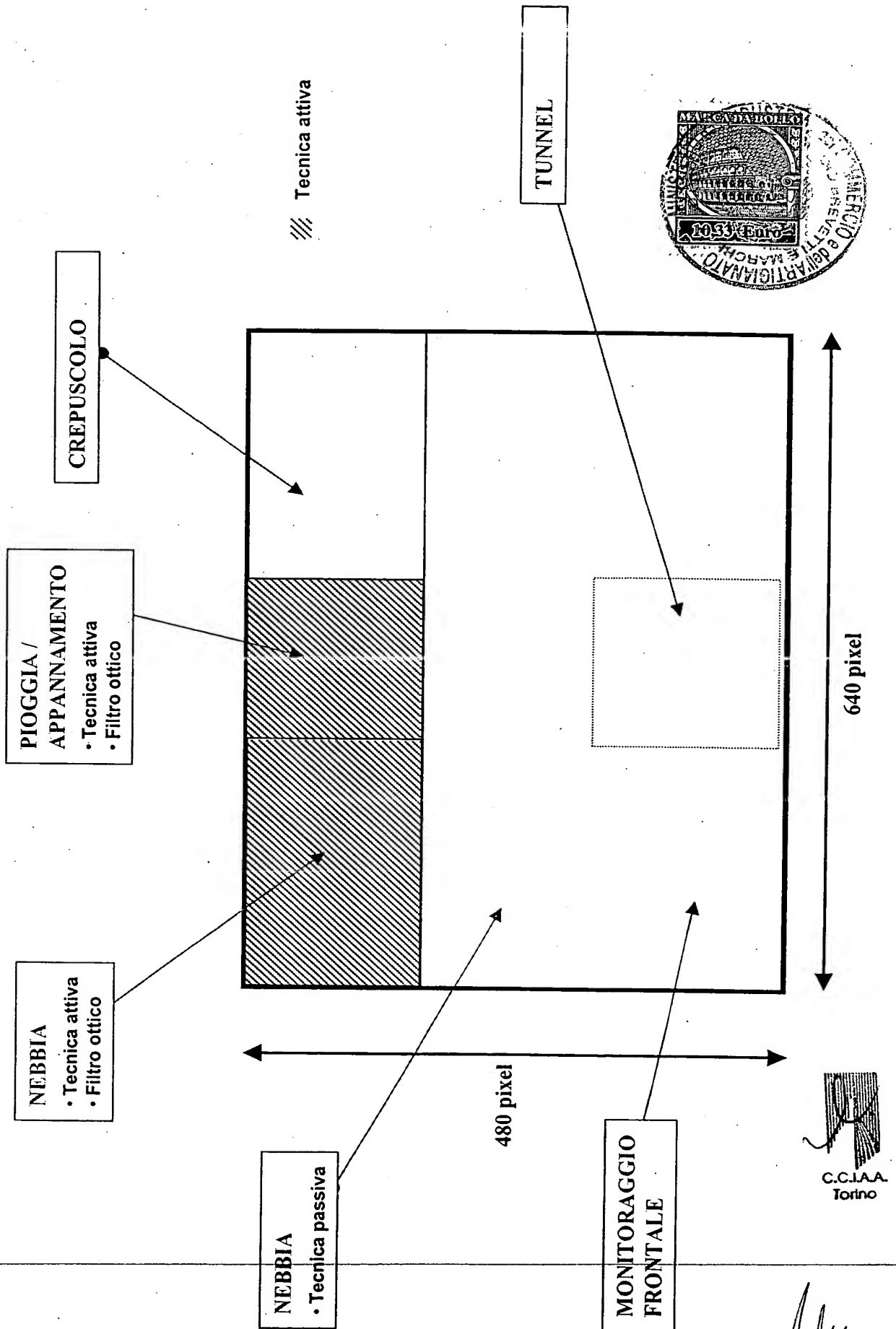


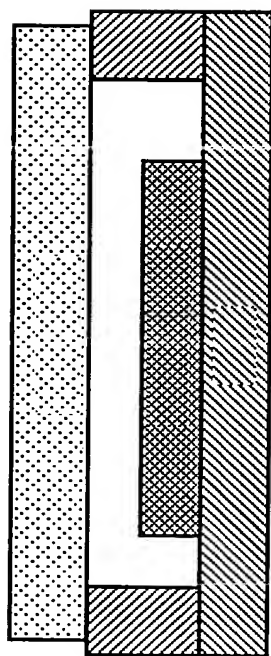
Fig. 7





TO 2002A000950

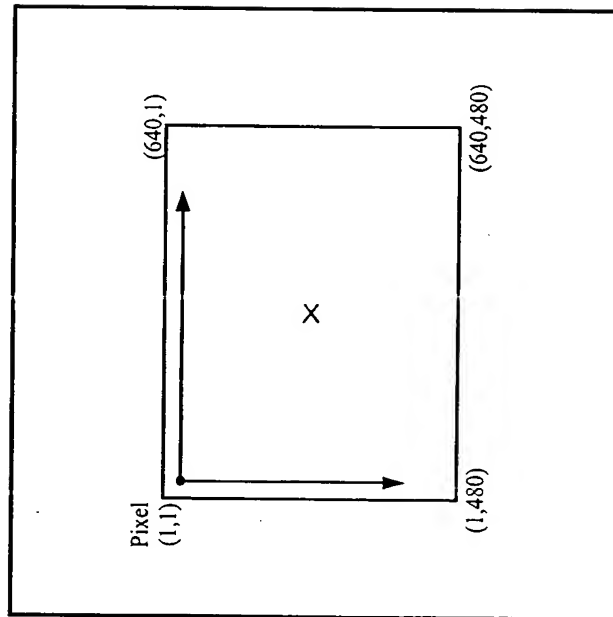
Fig. 7A



  
C. C. A. A.  
Noting

TO 2002A000950

Fig. 7B



  
C.C.I.A.A.  
Torino

Ing. Giancarlo NOTARO  
N. Iscriz. ALBO 258  
(la proprio e per gli altri)

TO 2002A000950

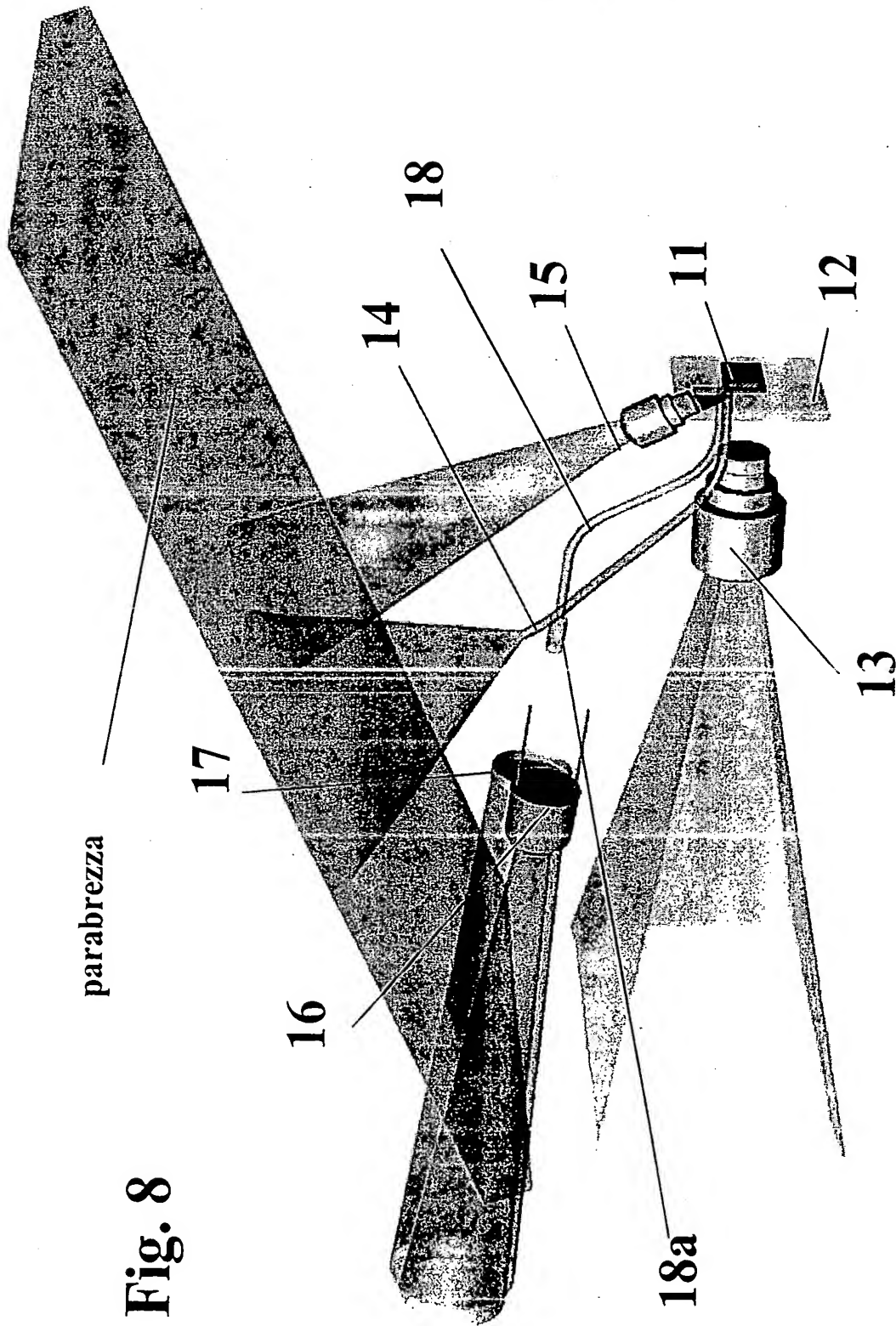


Fig. 8

C.C.I.A.A.  
Torino

Ing. Giancarlo NOTARO  
N. Iscriz. ALBO 258  
(in proprio e per gli altri)

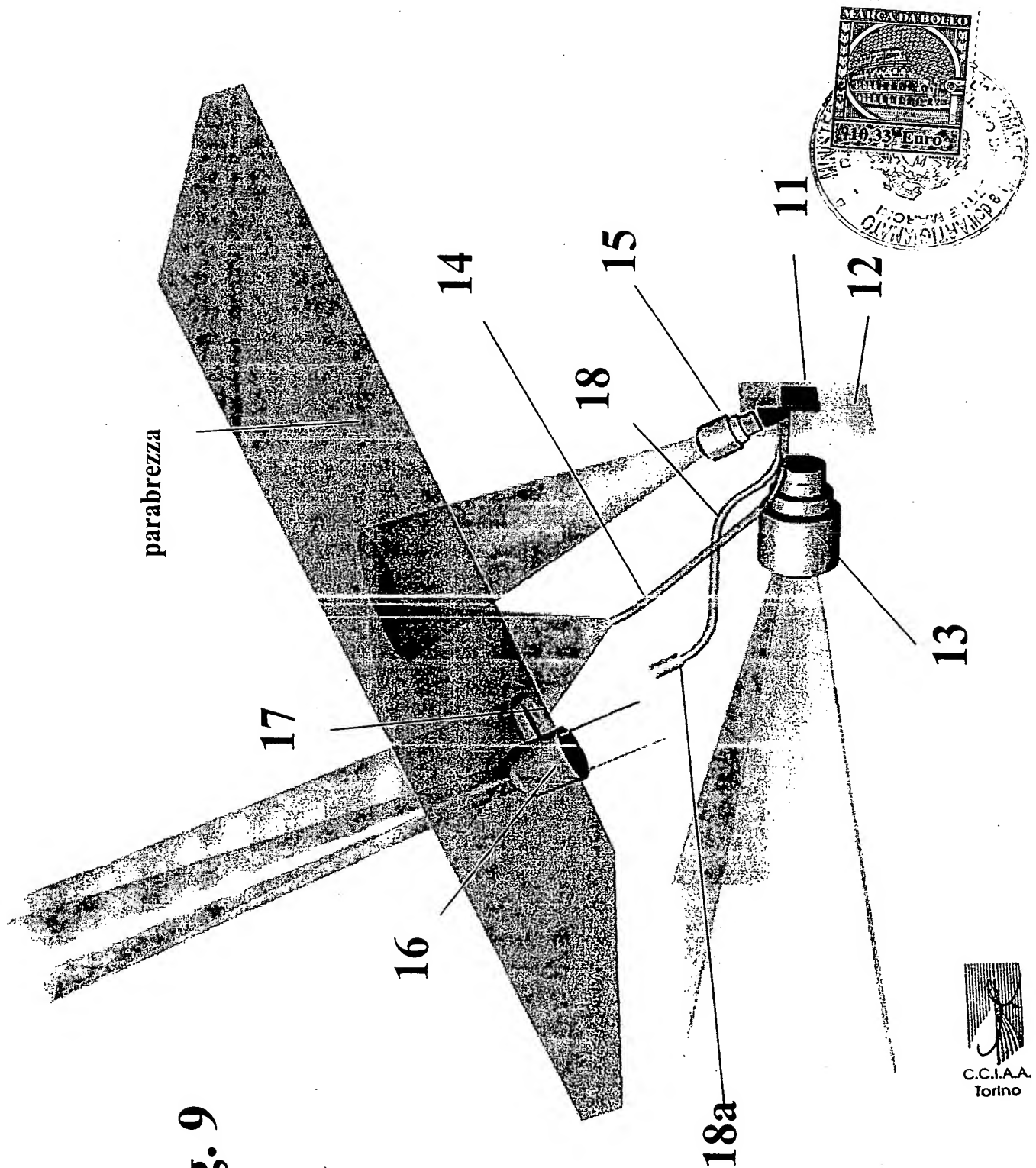
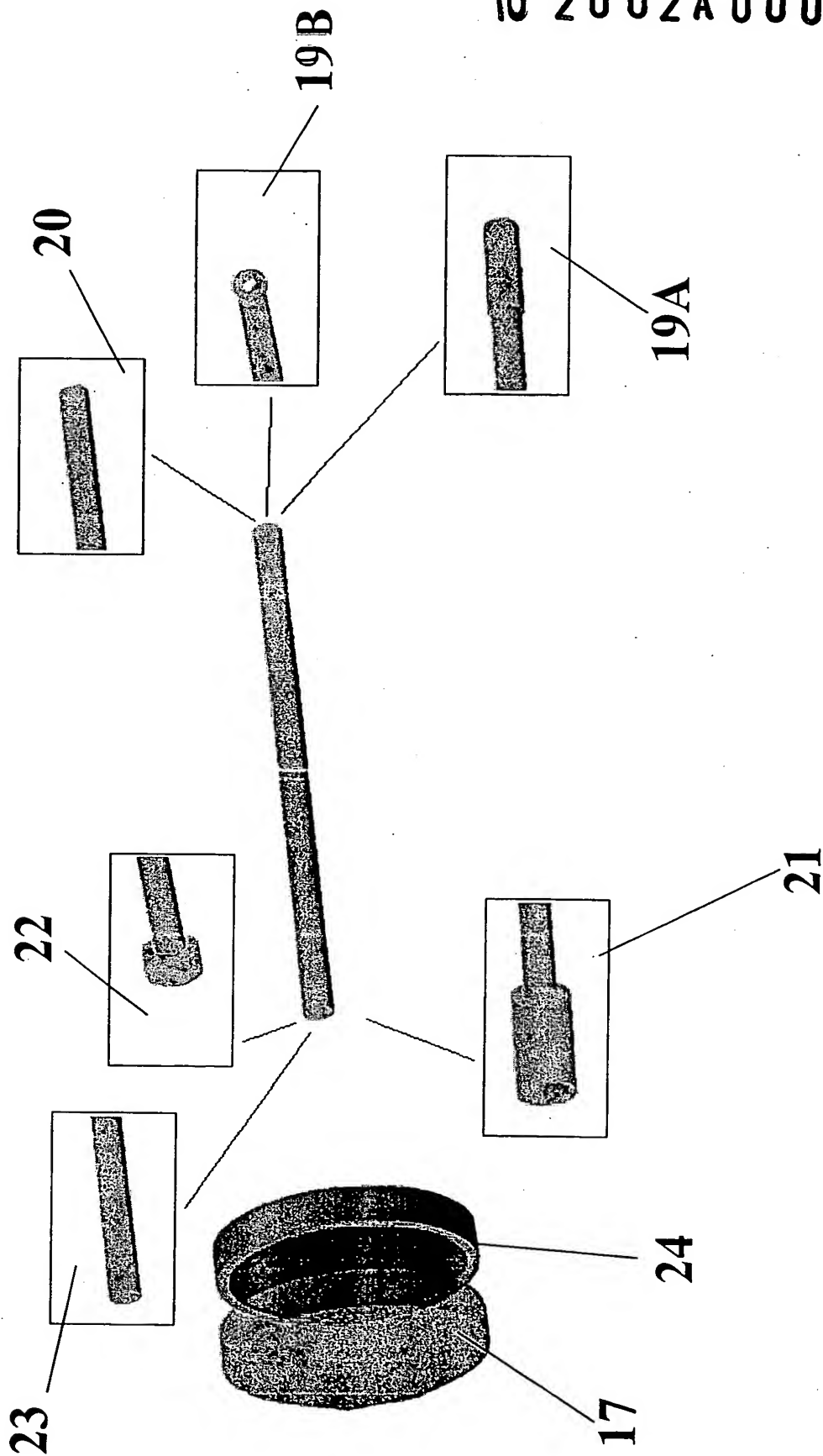


Fig. 9

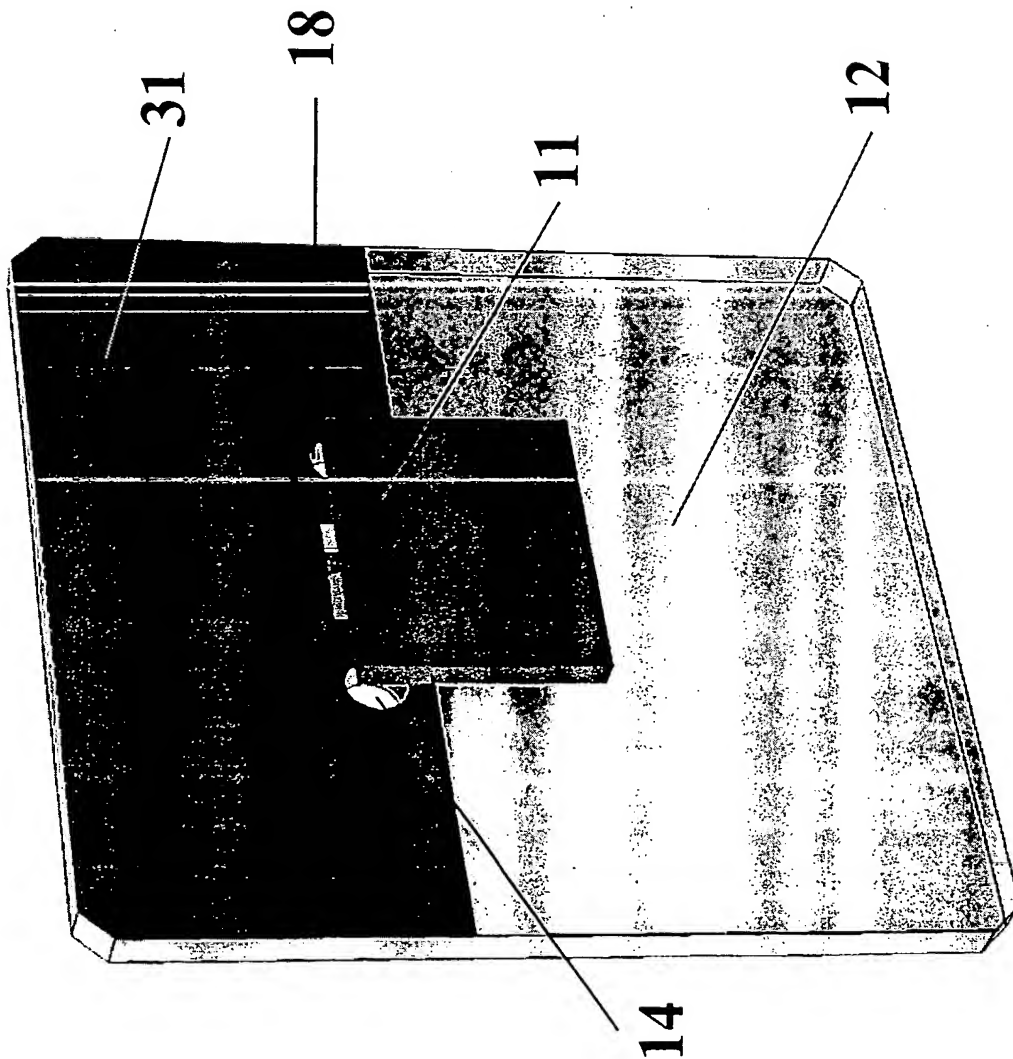
C.C.I.A.A.  
Torino

Fig. 10



C.C.I.A.A.  
Torino

Fig. 11



C.C.I.A.A.  
Torino

TO 2002A000950

Fig. 12 B

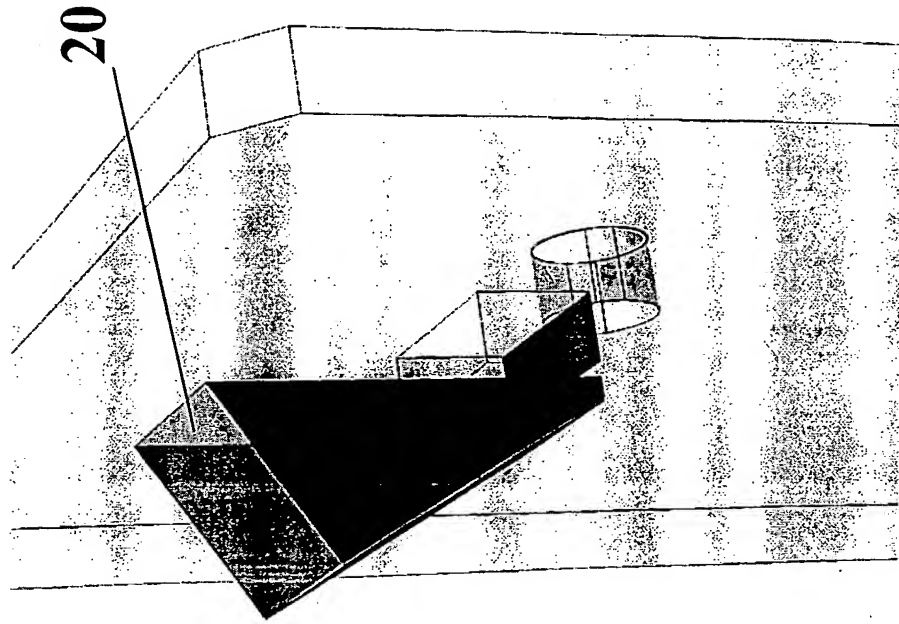
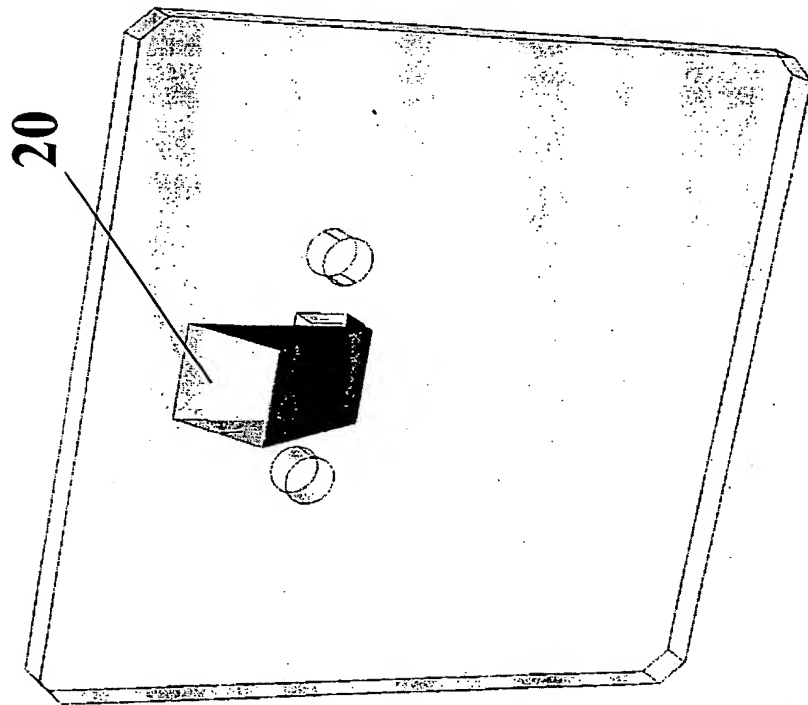


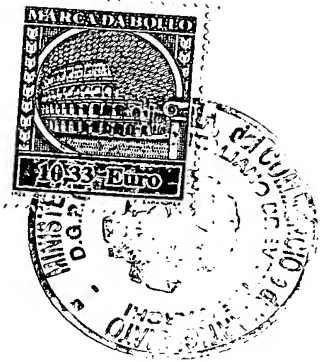
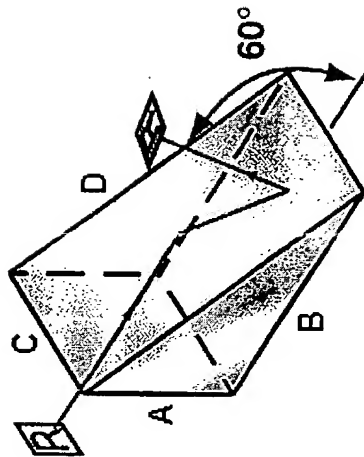
Fig. 12 A



C.C.I.A.A.  
Torino

Ing. Giancarlo NOTARO  
N. Iscriz. ALBO 258  
In proprio e per gli altri

Fig. 13



Ing. Giancarlo NOTARO  
N. Iscri. ALBO 238  
(in proprio e per gli altri)